

Efecto de la temperatura de transporte en la calidad del caqui

Este estudio se realizó para evaluar el efecto de la temperatura durante el transporte marítimo en contenedores refrigerados y transporte posterior en camión sobre la calidad del caqui. Frutos de la variedad 'Triumph' cosechados a mediados y final de campaña y frutos de mitad de campaña y almacenados en frío durante 30 días fueron sometidos a una simulación de transporte marítimo de 25 días a 1 °C ó 3 °C seguida de un transporte posterior de 5 días en camión a 1 °C, 3 °C ó 9 °C. En todos los casos, posteriormente la fruta se mantuvo a 20 °C simulando un periodo de comercialización de 5 días. La fruta cosechada a mitad de campaña enviada a 1 °C y transportada en camión a 1 °C ó 3 °C mostró excelente calidad sin alteraciones internas ni externas; el transporte a 9 °C causó pérdidas considerables de calidad. La fruta cosechada al final de campaña, con menos firmeza, tras las diferentes condiciones ensayadas sufrió un significativo ablandamiento y una incidencia severa de 'flesh gelling' (gelificación de la pulpa). La fruta previamente almacenada en frío también sufrió una caída muy importante de firmeza tras los envíos en contenedor, observándose tras la comercialización síntomas de 'flesh gelling' en toda la fruta, excepto en la enviada en contenedor a 1 °C y transportada en camión a 1 °C y 3 °C, que presentó una firmeza comercial aunque no muy elevada. Los resultados obtenidos indican que la temperatura de envío en contenedor y la del posterior transporte son determinantes para que el caqui llegue al mercado final con la calidad exigida por el consumidor. Además el estado fisiológico en el que la fruta se encuentra en el momento de envío a largas distancias es crítico para el mantenimiento de la calidad durante el transporte.

PALABRAS CLAVE: frigoconservación, flesh gelling, firmeza, envío ultramar.

C. Besada, R. Gil, A. Fathi, P. Navarro, A. Salvador

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Moncada. Valencia. España.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el incremento exponencial de la producción de caqui en España ha llevado a la búsqueda de mercados cada vez más lejanos. Los envíos a larga distancia de fruta para consumo en fresco requieren de la utilización de la tecnología apropiada que permita el mantenimiento de la calidad del fruto durante los mismos. En este sentido la utilización de transporte refrigerado resulta indispensable para ello. Las bajas temperaturas provocan la reducción de la tasa respiratoria y de la producción de etileno, la reducción del crecimiento de patógenos y la reducción de la pérdida de agua, retardando así los procesos metabólicos que llevan a la senescencia y deterioro del producto (Kader, 2002). Sin embargo la temperatura idónea de transporte va a depender tanto del producto, como de la duración del transporte. Es sabido que existe un gran número de especies

sensibles a las bajas temperaturas que manifiestan distintos tipos de síntomas, conocidos como 'daños por frío', como consecuencia del estrés provocado por la exposición a temperaturas por debajo de unas críticas (Kader, 2002). En el caso concreto del caqui, la mayoría de variedades manifiestan 'daños por frío' cuando el fruto es sometido a temperaturas por debajo de 11 °C, siendo su principal manifestación la pérdida de firmeza de la pulpa. También se han reportado otros síntomas de daño por frío como gelificación de la pulpa o 'flesh gelling' y oscurecimiento interno, así como transparencia de la piel (Arnal y Del Río, 2004; Collins y Tisdell, 1995; MacRae, 1987; Woolf *et al.*, 1997).

En la mayoría de los casos los envíos de fruta a ultramar se realizan en contenedores con control de temperatura; la temperatura de 3-4 °C es habitual en el caso de que no haya requerimiento cuarentenario y es más baja,

0-1 °C, si por el contrario al fruto hay que someterlo a tratamiento de cuarentena contra la mosca de la fruta, como es el caso de los envíos a EEUU. Debido a la sensibilidad del fruto a las bajas temperaturas, los envíos de caqui en estas condiciones en la actualidad solo son posibles con un pretratamiento de 1-MCP que aplicado tras la cosecha retrasa los síntomas de daños por frío durante el almacenamiento a baja temperatura en la mayoría de variedades comerciales (Salvador y col., 2004a; Kim y Lee, 2005; Krammes y col., 2006; Besada y col., 2008b; Zhang y col., 2010).

Por otra parte es importante tener en cuenta que en los envíos de ultramar, tras la llegada al puerto, la fruta debe ser transportada hasta el destino final, lo que normalmente, y en el mejor de los casos, se realiza en camiones refrigerados. La temperatura idónea de transporte no está bien estudiada

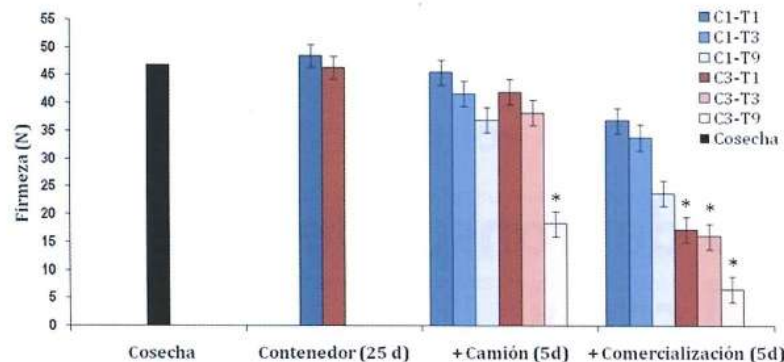


Fig. 1. Firmeza de frutos de caqui cv. Triumph de mitad de campaña tras la simulación de envío en contenedor a 1 °C (C1) ó 3 °C (C3) y posterior transporte de 5 días en camión a 1 °C (T1), 3 °C (T3) ó 9 °C (T9) seguido de una comercialización de 5 días a 20 °C. Los asteriscos indican presencia de síntomas de 'flesh gelling'. Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0,05$)

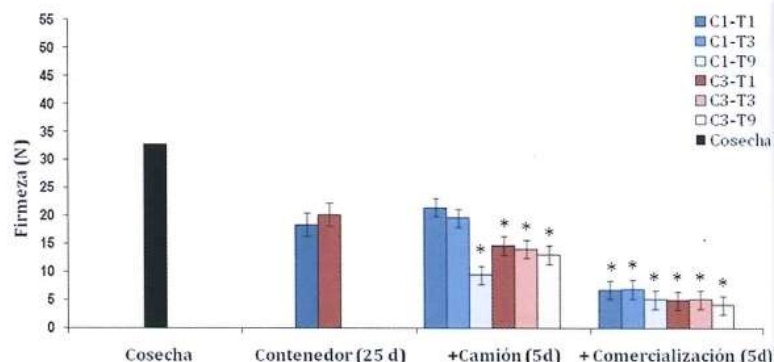


Fig. 2. Firmeza de frutos de caqui cv. Triumph de final de campaña tras la simulación de envío en contenedor a 1 °C (C1) ó 3 °C (C3) y posterior transporte de 5 días en camión a 1 °C (T1), 3 °C (T3) ó 9 °C (T9) seguido de una comercialización de 5 días a 20 °C. Los asteriscos indican presencia de síntomas de 'flesh gelling'. Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0,05$)

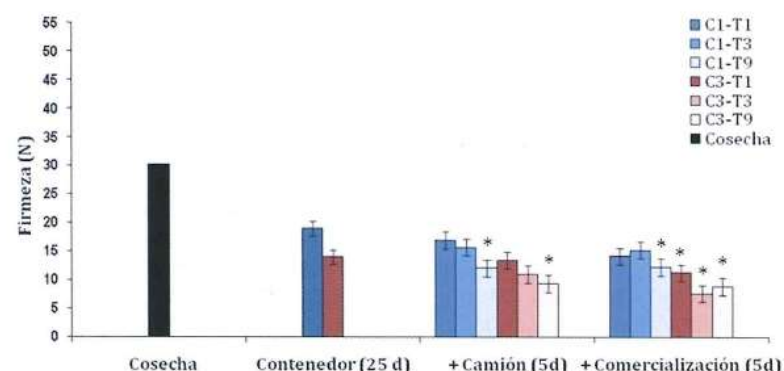


Fig. 3. Firmeza de frutos de caqui cv. Triumph de mitad de campaña y conservada 1 mes a 1 °C tras la simulación de envío en contenedor a 1 °C (C1) ó 3 °C (C3) y posterior transporte de 5 días en camión a 1 °C (T1), 3 °C (T3) ó 9 °C (T9) seguido de una comercialización de 5 días a 20 °C. Los asteriscos indican presencia de síntomas de 'flesh gelling'. Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0,05$)

en el caso del caqui y la mala gestión de la cadena de frío puede ser la causa de la aparición de las alteraciones que a menudo se observan en los mercados de destino.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del transporte marítimo en contenedores y posterior transporte en camión a diferentes temperaturas sobre la calidad del caqui.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con frutos de caqui de la variedad 'Triumph' procedente de la zona de producción de Huelva, recolectados en tres estados de madurez de mitad-final de campaña, E1 cosechados el 28 de noviembre, E2 el 10 de diciembre y E3 el 20 de diciembre. Tras la recolección toda la fruta fue sometida a un tratamiento comercial con 1-MCP (SmartFresh™). En el caso de la fruta del E1 y E3, posteriormente se le aplicó el tratamiento postcosecha de desastringencia requerido para su la comercialización (95% CO₂, 20 °C, 20h) y se separó en lotes para ser sometidos cada uno de ellos a las diferentes condiciones de simulación de envío en contenedor refrigerado durante 25 días y posterior transporte de 5 días en camión refrigerado. Se ensayaron dos

temperaturas de envío en contenedor, 1 °C (C1) y 3 °C (C3) y tres temperaturas de transporte en camión, 1 °C (T1) 3 °C (T3) y 9 °C (T9). Tras el transporte en camión se simuló en todos los casos un periodo de comercialización de 5 días a 20 °C.

La fruta del E2 fue mantenida en cámara de conservación durante un mes a 1 °C, transcurrido el cual, se aplicó el tratamiento de desastringencia y se ensayaron las mismas condiciones de transporte mencionados para el E1 y E3.

La evaluación de la calidad de la fruta se llevó a cabo después de la simulación del envío en contenedor, tras el transporte en camión y después de la comercialización. Para ello se determinó la firmeza de la pulpa, principal parámetro de calidad del fruto y que además está asociada a los daños por bajas temperaturas en caqui. La firmeza fue evaluada mediante un texturómetro (Instron Corp., mod 4301, Canton, Mass., USA), utilizando un punzón de 8 mm de diámetro. Se realizaron dos mediciones por fruto en dos caras opuestas de la zona ecuatorial tras retirar la piel. Los resultados fueron expresados como la fuerza en Newtons (N) necesaria para romper la pulpa (Salvador *et al.*, 2007).

Además se realizó una evaluación de las alteraciones. Así, todos los frutos fueron evaluados de forma visual individualmente tanto interna como externamente con el fin de detectar posibles alteraciones asociadas a las condiciones ensayadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cambios en la firmeza que sufrieron los frutos de caqui de los distintos estados tras las diferentes condiciones de envío en contenedor y posterior transporte en camión quedan reflejados en las Figuras 1, 2 y 3.

La fruta del E1, recolectada a final de noviembre, tras el envío en contenedor frigorífico, tanto a 1 °C como a 3 °C, presentó una firmeza similar a la de recolección, de 47N (Fig. 1). Tras los 5 días de transporte a las diferentes temperaturas, se mantuvieron firmezas elevadas, excepto en el caso de la fruta procedente del contenedor de 3 °C y posteriormente transportada en camión a 9 °C, que sufrió una pérdida de textura importante con valores de firmeza de 18N y además presentó síntomas de 'flesh gelling'. Las diferencias en firmeza en la fruta sometida a las diferentes condiciones de transporte se acentuaron después de la simulación de la comercialización.

Así, toda la fruta enviada en contenedor a 1 °C presentó valores de firmeza comerciales siendo la que posteriormente fue transportada en camión a 1 °C y 3 °C la que mostró valores de firmeza más elevadas. Sin embargo, toda la fruta enviada en contenedor a 3 °C experimentó tras la comercialización una caída de firmeza hasta valores no comerciales, presentando además síntomas de 'flesh gelling' independientemente de la temperatura posterior de transporte.

A diferencia de lo observado en el primer estado de recolección, la fruta recolectada a final de campaña (E3), sufrió una caída de firmeza muy acusada ya tras el envío en contenedor a las dos temperaturas de ensayo (**Fig. 2**). Aunque tras la simulación del transporte en camión, la fruta procedente de contenedor de 1 °C y transportada a 1 ó 3 °C mostró firmezas cercanas a los 25N después de la comercialización la fruta de todas las condiciones de transporte mostró valores de firmeza no comerciales y además mostró síntomas acusados de 'flesh-gelling'.

La fruta que fue enviada en contenedor tras ser conservada previamente (fruta recolectada a principios de diciembre) (E2), al igual que lo observado en la fruta del E3, presentó una caída de firmeza importante a las dos temperaturas de envío en contenedor aunque se observaron menos diferencias entre las diferentes condiciones de transporte en camión tras el periodo de comercialización (**Fig 3**). En este caso no se observaron síntomas de 'flesh gelling' en la frutal enviada en contenedor a 1 °C y transportada en camión a 1 y 3 °C.

Los resultados mostrados reflejan claramente que el estado en el que la fruta se encuentra en el momento del envío a larga distancias es crítico para que la fruta llegue al mercado final con la calidad exigida por el consumidor. En caqui la pérdida de firmeza asociada a la susceptibilidad de este fruto a las bajas temperaturas está afectada por el estado fisiológico de la fruta (Salvador y col., 2005; Ramin y Tabatabaie, 2003). Por otra parte hay que tener en cuenta que la

aplicación del tratamiento de 1-MCP (SmartFresh™), que habitualmente se utiliza con gran eficacia para el control de los daños por frío en caqui (Salvador y col., 2004a; Kim y Lee, 2005; Krammes y col., 2006; Besada y col., 2008b; Zhang y col., 2010), garantiza 40 días de conservación pero siempre que la fruta supere los 40N de firmeza en el momento de la aplicación (según recomendaciones de uso de la empresa AgroFresh). Ello explica que tanto en el Estado 3, de final de campaña, como en la fruta conservada durante un mes (E2), con una firmeza por debajo de 35N, se produjera una acusada pérdida de firmeza tras los envíos en contenedor a baja temperatura, que no ocurrió en la fruta del E1, con una firmeza más elevada, de 47N.

Por otra parte, queda patente que la temperatura del contenedor es crucial para mantener la calidad del fruto. Aunque tras el envío en contenedor la fruta presentó condiciones adecuadas a las dos temperaturas de transporte, esta temperatura influyó de manera muy importante en la calidad de la fruta durante el posterior transporte y comercialización. Por otra parte se ha observado que la temperatura del transporte en camión desde la llegada del contenedor hasta el destino final, aunque no sean distancias muy largas (en este caso se ha simulado un periodo de 5 días) también es crucial para asegurar la calidad del fruto.

Los resultados obtenidos en las condiciones ensayadas, sugieren que para asegurar la calidad del fruto en destino final los envíos deben realizarse en contenedor a 1 °C y el transporte posterior entre 1-3 °C. La temperatura de transporte a 9 °C provocó una merma de calidad por pérdida importante de firmeza. Por otra parte el estado en el que se envía la fruta es determinante para el mantenimiento de la calidad durante el transporte, por lo que se requiere para ello fruta de elevada firmeza.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido parcialmente financiado por la empresa Agromedina Sata, S.L.

REFERENCIAS

- Arnal L., Del Río M. A.** 2004. Effect of cold storage and removal astringency on quality of persimmon fruit (*Diospyros kaki*, L.) cv. Rojo Brillante. *Food Sci Technol Int.*, 10(3), 179-185.
- Besada C., Arnal L., Salvador A.** 2008. Improving storability of persimmon cv. Rojo Brillante by combined use of preharvest and postharvest treatments. *Postharvest Biol. Technol.*, 50(2), 169-175.
- Collins R. J., Tisdell J. S.** 1995. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown in subtropical Australia. *Postharvest Biol. Technol.*, 6(1-2), 149-157.
- Kader A.** 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Ed. Kader, A.A. 2nd ed. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California., 535pp.
- Kim Y.K., Lee J.M.** 2005. Extension of storage and shelf-life of sweet persimmon with 1-MCP. En III International Symposium on Persimmon 685., 165-175.
- Krammes J.G., Argenta L.C., Vieira M.J.** 2006. Influences of 1-methylcyclopropene on quality of persimmon fruit cv. Fuyú after cold storage. En X International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production 727., 513-518.
- MacRae E.A.** 1987. Development of chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. *New Zeal. J. Exp. Agr.*, 15(3), 333-344.
- Ramin A.A., Tabatabaie F.** 2003. Effect of various maturity stages at harvest on storability of persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) J. *Agric. Sci. Technol.*, 5, 113-123
- Salvador A., Arnal L., Monterde A., Cuquerella J.** 2004. Reduction of chilling injury symptoms in persimmon fruit cv. 'Rojo Brillante' by 1-MCP. *Postharvest Biol. Technol.*, 33(3), 285-291.
- Salvador A., Arnal L., Monterde A., Carvalho C.P., Martínez-Jávega J.M.** 2005. Effect of harvest date in chilling-injury development of persimmon fruit. *Acta Hort.* 687, 399-400
- Salvador A., Arnal L., Besada C., Larrea V., Quiles A., Pérez-Munuera I.** 2007. Physiological and structural changes during ripening and deastringency treatment of persimmon fruit cv. 'Rojo Brillante'. *Postharvest Biol. Technol.* 46 (2): 181- 188.
- Woolf A.B., MacRae E.A., Spooner K.J., Redgwell R.J.** 1997. Changes to Physical properties of the cell wall and polyuronides in response to heat treatment of Fuyu' Persimmon that alleviate chilling injury. *J Am Soc Hort Sci*, 122(5), 698-702.
- Zhang Y., Rao J., Sun Y., Li S.** 2010. Reduction of chilling injury in sweet persimmon fruit by 1-MCP. *Acta Hort Sinica.*, 37(4), 547-552.